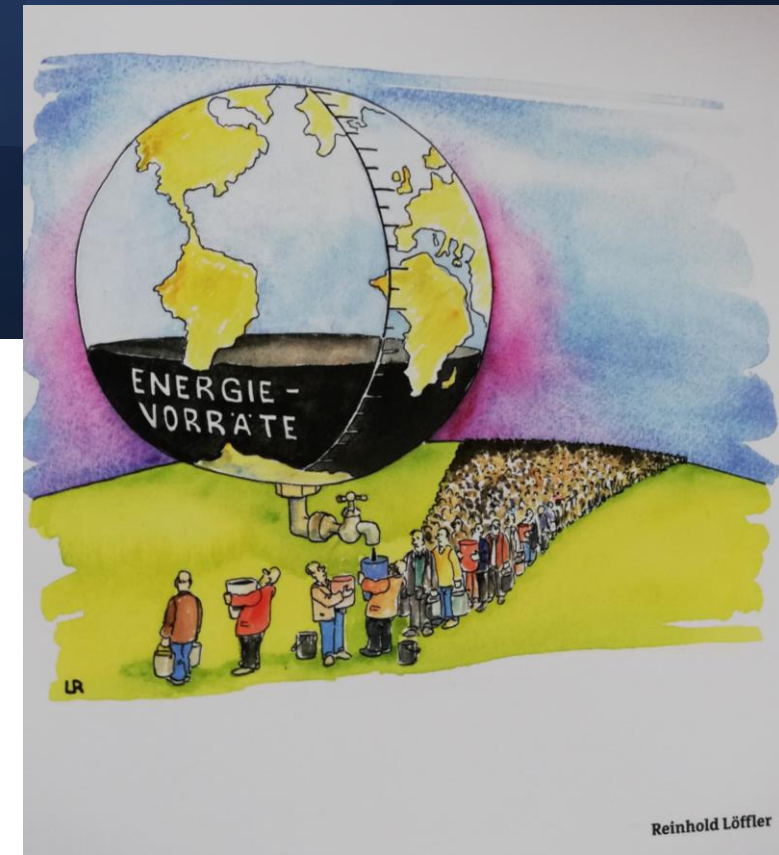


Regenerative Energiesystem für die Heizung

Aufgestellt: Reiner Lutz, Michael Sterker, Horst Winter

Datum: 20. Mai 2023



Arbeitsgemeinschaft Mensch und Umwelt (AMU)



Die Arbeitsgemeinschaft Mensch und Umwelt

- Gegründet 1977
- Vereinszweck: Umweltschutz
- Pflege von Streuobstwiesen und Feldgehölzen
- Fünf Bürgersolaranlagen
- Baum-des-Jahres-Rundweg angelegt und laufende Pflege
- Teilnahme am Wattbewerb



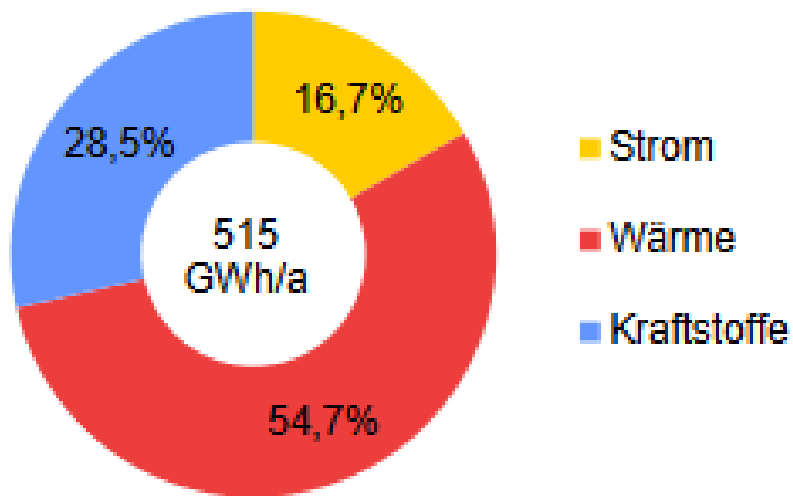
Motivation

- Energiepreise steigen stark
- Deutschland importiert Großteil der notwendigen Energie
- Die Lebensweise in Deutschland ist energieintensiv
- Andere streben auch unseren Wohlstand an
- Klimazerstörung
- Rohstoffknappheit



Energieverbrauch in Hainburg

Endenergieverbrauch nach Strom, Wärme und Kraftstoffe



- Eine Kilowattstunde (kWh) kostet derzeit etwa
- Strom => 33 Cent
- Gas => 12 Cent
- Heizöl => 12 Cent
- Benzin => 17 Cent
- Pellets => 7 Cent



Energieverbrauch pro Person

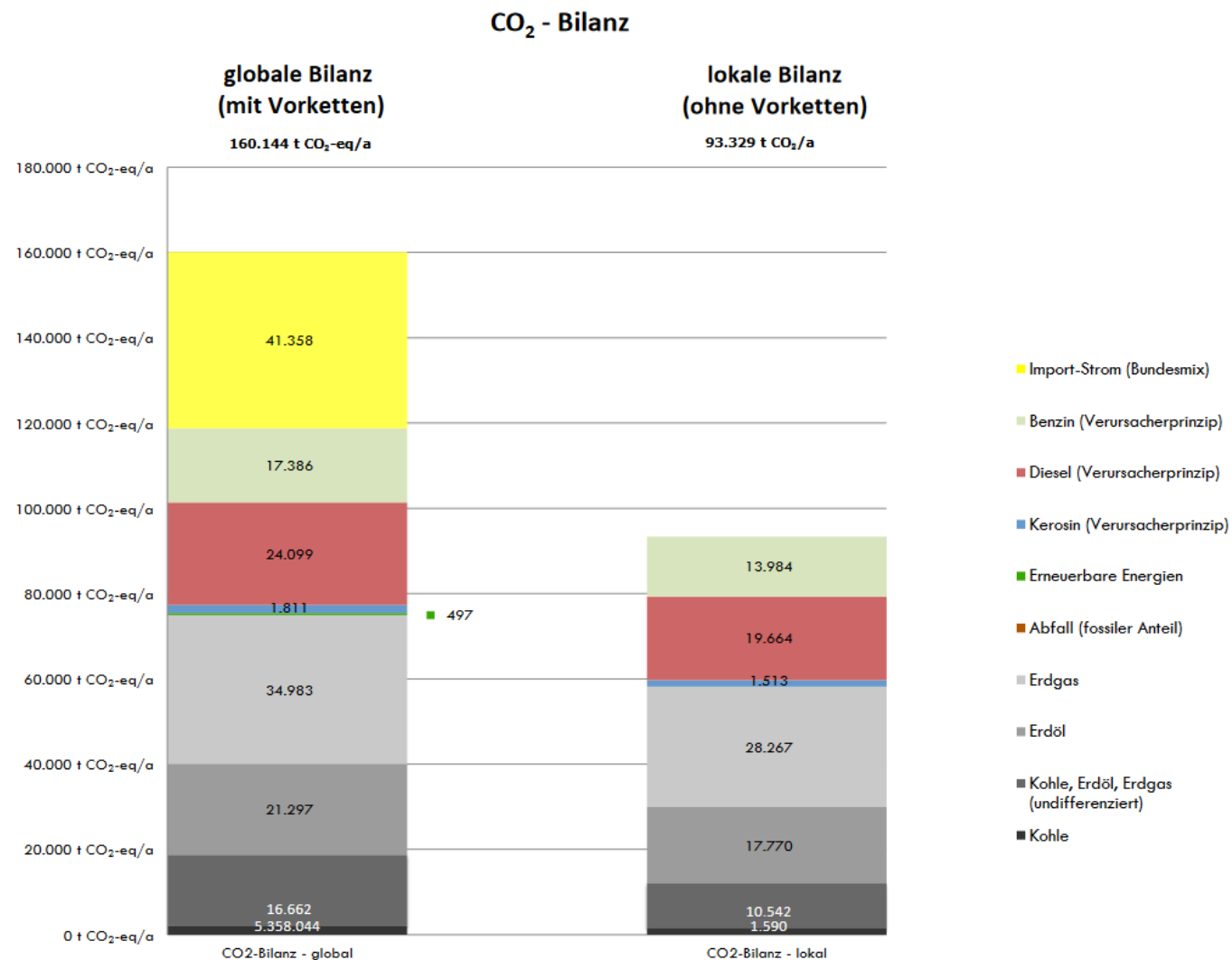
- Summe Energieverbrauch Hainburg: **35.627 kWh/a**
 - Wärme 19.505 kWh/a
 - Strom 5.955 kWh/a
 - Mobilität 10.167 kWh/a
- Summe Energieverbrauch im Haushalt
 - Wärme 9.023 kWh/a
 - Strom 1.560 kWh/a
 - Mobilität 7.314 kWh/a

Gesetzliche Vorgabe §71ff GEG

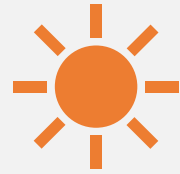
- 65% erneuerbar bei Austausch eines alten Heizkessels
 - Das ist erst einmal technologieoffen
 - Bisher waren es etwa 15% erneuerbar
- Wegfallen werden dafür die §34 bis §45 und §52 bis §56
- Stand Kabinettsentwurf 01.05.2023
- https://www.geg-info.de/geg_novelle_2024/index.htm

Folgen des Energieverbrauchs

- Wir erzeugen jährlich in D etwa 11 Tonnen CO₂äqui pro Einwohner!



Was ist das Ziel?



Energie einsparen



Energie alternativ erzeugen



Energie lokal erzeugen

Höchste Priorität hat Energie einsparen

- Spart viel Geld
- Aufwand teilweise gering
- Notwendige Technologien verfügbar
- Neue Technik teilweise notwendig
- Änderung des Verhaltens notwendig
- Änderung von Prozessen notwendig (Flaschenindustrie, Energietransport....)

Wie kann man alternativ Nutz-Energie erzeugen?

Strom

Heizung

Warmwasser

- PV-Anlage
- Thermische Solaranlage
- Pellets
- Stückholz
- Wärmepumpe
- Blockheizkraftwerk
- Hometrainer.....
- Nutzgarten beleben

Elektrische Energie

- Strom ist universellster Energieträger
 - Stromanwendungen
 - Heizen
 - Mobilität
- Zuerst Bestandsaufnahme machen
 - Wieviel Strom verbrauche ich im Jahr als Haushaltsstrom?
 - Was sind die wesentlichen Verbraucher?
 - Ziel ist, weniger als 1.000kWh/a pro Person zu verbrauchen

Stromerzeugung

- Hometrainer ...
 - PV-Anlage
 - Blockheizkraftwerk
 - Brennstoffzelle
- Ist Thema in einem anderen Vortrag

Wie kann man privat Nutz-Energie erzeugen?

Strom

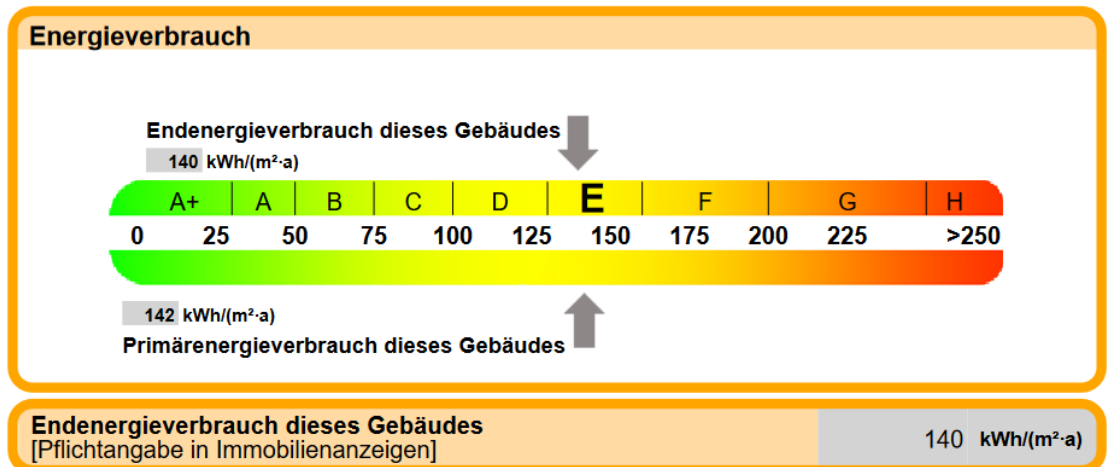
Heizung

Warmwasser

Heizung und Warmwasser

- Ölkessel
- Gaskessel
- Thermische Solaranlage
- Pellet-/Stückholzkessel
- Pellet-/Stückholzofen
- Wärmepumpe
- Klimageräte
- Lüftungsgeräte
- Fernwärme
- Blockheizkraftwerk

- Zuerst Bestandsaufnahme machen
 - Wieviel Gas/Öl/Holz verbrauche ich im Jahr?
 - Welche Fläche wird damit beheizt?
- Kleiner wohnen: Passt meine Wohnung noch zum Bedarf?



Wärme- und Energiebilanz [kWh/a]

Beispiel KfW55 Haus mit 180m²
Wohnfläche

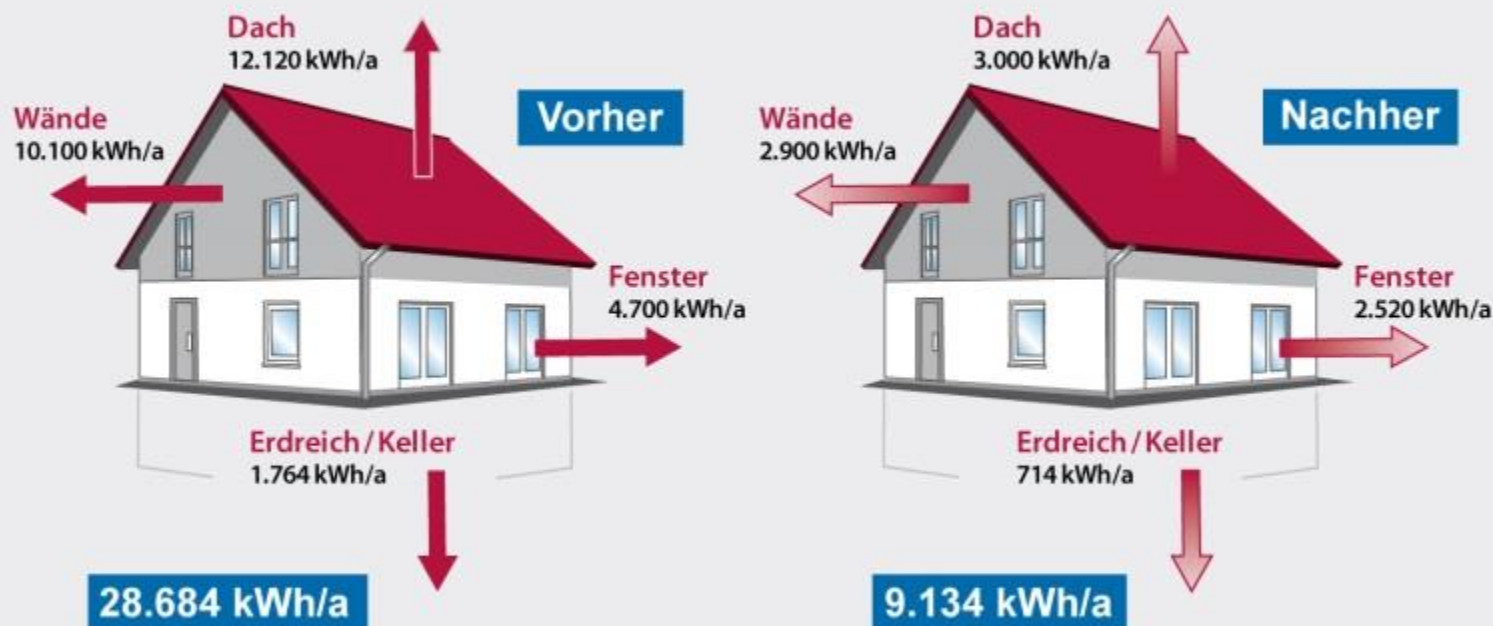
Verluste durch Transmission		14.286
Außenwandflächen	5.113	
Dachflächen	1.536	
unterer Gebäudeabschluss	1.096	
Fenster	3.721	
Türen	321	
Wärmebrücken	2.499	
Verluste durch Lüftung		10.304
Wärmegewinne		-12.405
interne Gewinne	-7.693	
Solare Gewinne	-4.712	
Heizwärmebedarf Q_h		12.185
Wärmeeinträge		-5.776
durch WW-Wasserbereitstellung	-1.187	
durch Lüftungsanlage	-4.589	
Verluste der Anlagentechnik		-4.338
durch Übergabe	293	
durch Verteilung	143	
durch Speicherung	12	
durch Erzeugung	-4.786	
Endenergie Wärmeenergie		
Hilfsenergie		472
Endenergie Heizung gesamt		2.543



Gebäude im Bestand

Lohnt sich die Sanierung?

Wärmeverluste vor und nach einer Gebäudesanierung – Beispiel



Quelle: dena

- Lohnt sich das?
 - Energieeinsparung etwa 20.000kWh
 - Kosteneinsparung etwa $20.000\text{kWh} \cdot 0,15\text{€/kWh} = 3.000\text{€}$ pro Jahr
 - Bei 30 Jahren darf der Invest etwa 90.000€ betragen (statisch)
 - Regel: 70% des Invest ist „Schönheitsreparatur“, 30% energetisch => Sanierung lohnt sich fast immer, wenn ohnehin renoviert wird

Förderung der KfW und BAFA bedenken

<https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/infografiken-gebaeudetechnik/>

Heizlast ermitteln

- Heizlast für das gesamte Gebäude bestimmt die Kesselgröße
- Heizlast der Räume bestimmt Heizflächen und Durchfluss
- Vorlauftemperatur kann optimiert werden Ziel: möglichst niedrige Vorlauftemperatur
- Bad ist in der Regel kritischster Raum und bestimmt Vorlauftemperatur => Infrarot-Zusatzheizer einsetzen?
- Grobe Abschätzung möglich, aber nicht mehr zulässig, Energieberater oder Ing-Büro beauftragen
- Lüftungswärmeverluste erheblich
- Norminnentemperatur 20°C, Außentemperatur -12°C
- Heizkessel oft überdimensioniert
- Heizkörper oft ausreichend für niedrige Vorlauftemperaturen

Heizungsoptimierung, hydraulischer Abgleich

- Vorlauftemperatur runter!
- Pumpenleistung runter!

Heizungspumpe: vom Stromfresser zum Energiesparer

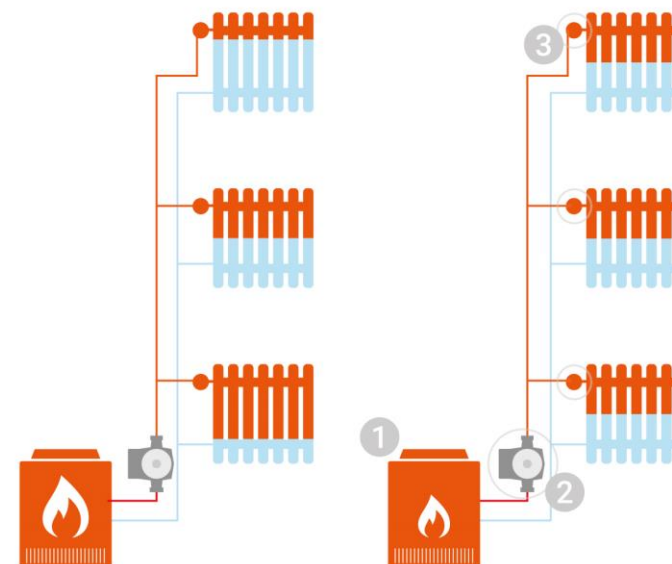
typischer Stromverbrauch und Stromkosten pro Jahr



Das bewirkt ein hydraulischer Abgleich der Heizung

vor Abgleich

nach Abgleich



- 1 Heizkosten sparen**
Die Wärme wird nun gleichmäßig im Haus verteilt, so dass der **Heizkessel** weniger Brennstoff benötigt.
- 2 Stromkosten senken**
Eine moderne **Hocheffizienzpumpe** unterstützt den hydraulischen Abgleich und reduziert die Stromkosten der Pumpe.
- 3 Fließgeräusche vermeiden**
Durch das Einregulieren voreinstellbarer **Thermostatventile** erhalten alle Heizkörper stets die richtige Menge Wasser. Das Pfeifen und Rauschen entfällt dadurch.

Welche Heizsysteme sind geeignet?

	Heizsystem	65% einzuhalten?	Komplexität der Anlage	Bauwerkseignung	
1	Gas	nein		Alle	
2	Öl	nein	Öltank	Alle außer Niedrigstenergiehäuser	
3	Gas/Öl mit thermischer Solaranlage zur Brauchwassererwärmung	nein		Alle außer Niedrigstenergiehäuser	
4	Gas/Öl mit thermischer Solaranlage zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung	nein		Alle außer Niedrigenergiehäuser	

Wärmepumpenlösungen

	Heizsystem	65% einzuhalten?	Komplexität der Anlage	Bauwerkseignung	
5	Luft-Wasser-Wärmepumpe	ja		thermische Qualität sollte niedrige Systemtemperaturen ermöglichen; Vorlauf < 50°C	Standort sorgfältig wählen
6	Sole-Wasser-Wärmepumpe	ja	Bohrung Sonde, Kollektor oder Körbe	Flächenbedarf für Bohrung, Körbe oder Flächenkollektor beachten	
7	Sole-Wasser-Wärmepumpe mit saisonalem Speicher	ja	Bohrung Sonde, Kollektor oder Körbe, Speicher	Neubau	
8	Wärmepumpe mit Pellet-Kaminofen mit Wassertasche	ja		Alle	Handbestückung
9	Wärmepumpe mit Infrarotheizplatten zur Spitzenlastabdeckung (Bad)	ja		niedrige Systemtemperaturen vorteilhaft	
10	Wärmepumpe mit Gas/Öl als Spitzenlastkessel	?	Zwei Heizsysteme	Alle außer Niedrigenergiehäuser	
11	Klimageräte mit Brauchwasser Wärmepumpe	?			Luft-Luft-WP wenig effizient

Biomasse, Fernwärme, Lüftung

	Heizsystem	65% einzuhalten?	Komplexität der Anlage	Bauwerkseignung	
12	Pelletheizung	ja	Pelletlager	Alle	begrenzter Rohstoff
13	Stückholzkessel	ja	Lager	Alle	Handbestückung, Feinstaub
14	große thermische Solaranlage mit Pelletkaminofen mit Wassertasche	ja	Speicher, Pelletlager	Alle	Handbestückung
15	Fernwärme	ja		Alle	
16	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	?		Alle	
17	Lüftungsanlage mit Wärmepumpe	ja	im Neubau gering	Passivhaus, Niedrigstenergiehaus	Im Altbau?
18	Lüftungsanlage mit Wärmepumpe und Pellet- Kaminofen mit Wassertasche	ja			Handbestückung

Hydraulik Beispiel

Position des Moduls:

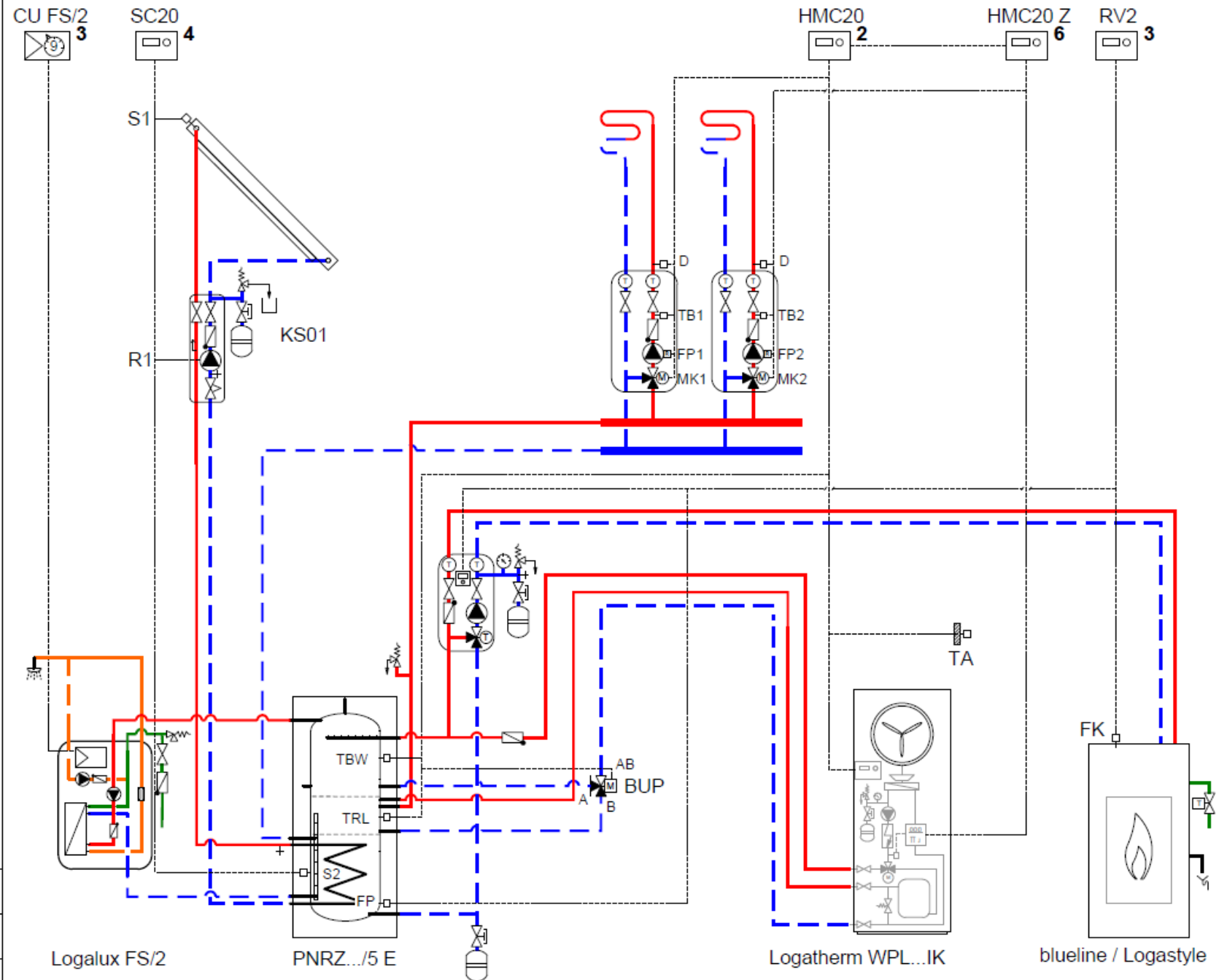
- 1 am Wärme- /Kälteerzeuger
- 2 am Wärme- /Kälteerzeuger oder an der Wand
- 3 in der Station
- 4 in der Station oder an der Wand
- 5 an der Wand
- 6 in dem Regelgerät
- ...

Das gezeigte Anlagenschema ist eine unverbindliche Prinzipdarstellung. Details zur elektrischen Verdrahtung enthält der Schaltplan/Anschlussplan. Nationale und regionale Vorschriften, technische Regeln und Richtlinien beachten.

No. 6720810620

State 10.07.2014

Buderus



Heizung und Warmwasser

- Ölkessel erneuern?
- Gaskessel erneuern?
- Beide Energieträger sind nicht zukunftsfähig
- Erdgaspreis wird steigen, weil
 - Netz für immer weniger Kunden erhalten werden muss,
 - die CO₂-Abgabe steigt und
 - zunehmend teures Fracking/LNG-Gas eingesetzt wird
- Neuer Ölkessel kann derzeit nur in Ausnahmefällen empfohlen werden
- Der Austausch eines Niedertemperaturgaskessels gegen einen Brennwertkessel könnte aus Effizienzgründen empfohlen werden
 - Brennwerttechnik spart etwa 10% Energie
 - Neue Pumpen und hydraulischer Abgleich optimieren weiter den Energieverbrauch
 - Effizienz steigt mit niedrigen Rücklauftemperaturen

Heizung und Warmwasser

- **Thermische Solaranlage**

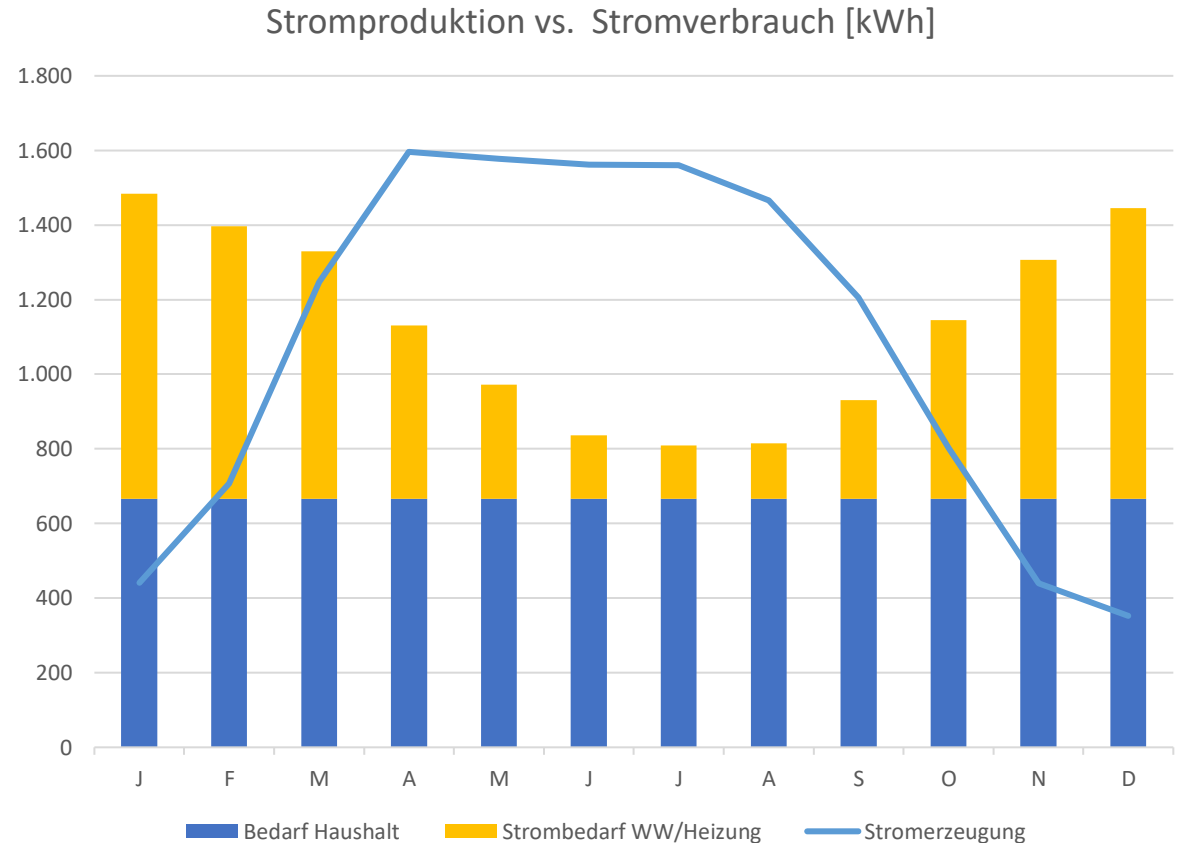
- Systemkomponenten

- Kollektoren
 - Flachkollektoren
 - Röhrenkollektoren
 - Hybridmodule
 - Schwimmbadkollektoren
- Pumpengruppe, Sicherheitseinrichtungen
- Regelung
- Speicher

- Ertrag ca. 500 kWh pro m² bei Warmwasserbereitung
- Bei Anlagen mit Heizungsunterstützung sind etwa 300kWh/m² zu erwarten

Solares Angebot vs. Verbrauch

- In den Wintermonaten ist der Wärmebedarf am höchsten, das solare Angebot am niedrigsten
- Saisonale Speicher erforderlich, um Sonnenenergie in den Winter zu „retten“
- 100% Autarkie ist wirtschaftlich nicht sinnvoll



Beispiel mit 20.000kWh Heizenergiebedarf, 8.000kWh Warmwasserbedarf, 8.000kWh Haushaltsstrombedarf und einer 13,6kWp PV-Anlage

Konzepte mit th. Solaranlage (1)

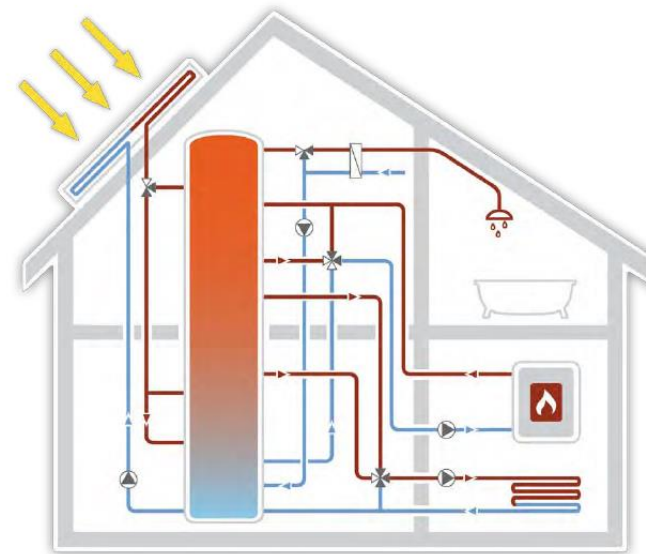
- Sonnenhaus
 - Sehr großer Speicher z.B. 10.000l
 - Speicher wird als saisonaler Speicher eingesetzt
 - Sehr große thermische Solaranlage
 - Ergänzung durch z.B. Pelletofen mit Wassertasche
 - Anlage muss genau auf Wärmebedarf abgestimmt werden

<https://www.sonnenhaus-institut.de>

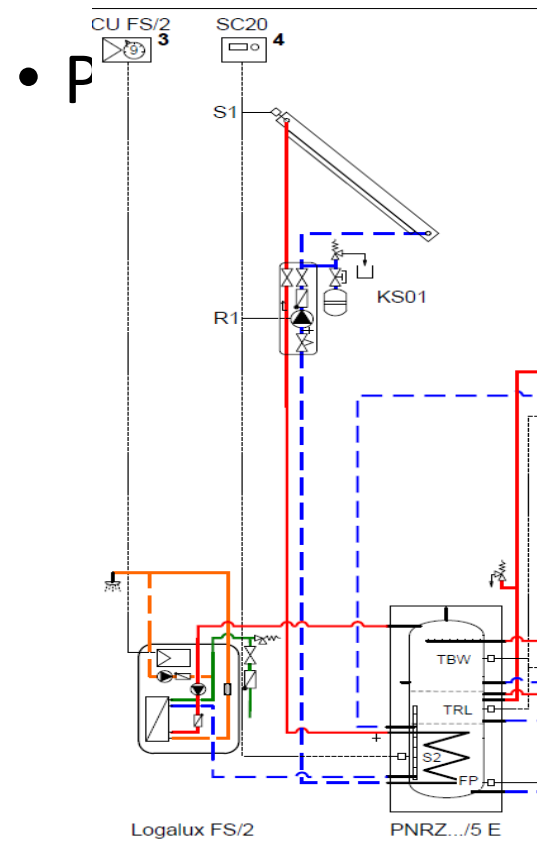
Schaltschema des Sonnenhauskonzeptes:

Technosophie: Technik wächst mit dem Menschen mit, sie darf ihn nicht überfordern

Timo Leukefeld 



Konzepte mit th. Solaranlage (2)



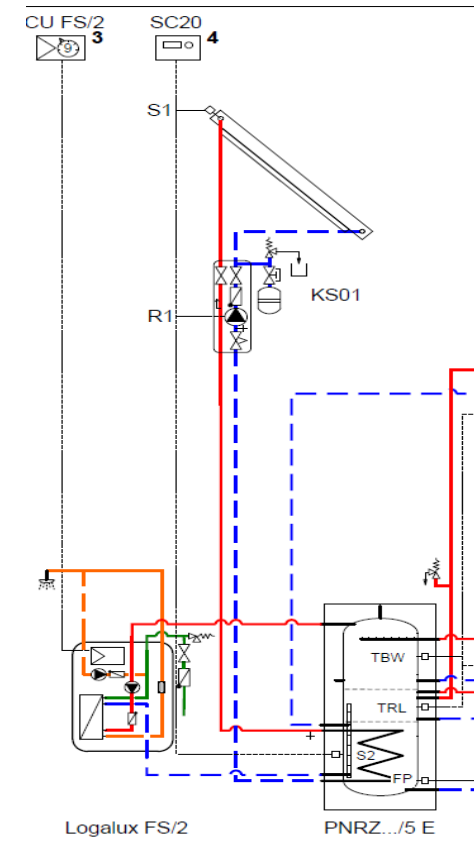
- Brauchwassererwärmung
 - Etwa 1 Modul (2m²) pro Person
 - Etwa 100l Speicher pro Person
 - Etwa 60% des Warmwasserenergiebedarfs kann gedeckt werden

Einhaltung 65% Erneuerbare mit Pellets/WP möglich

Konzepte mit th. Solaranlage(3)

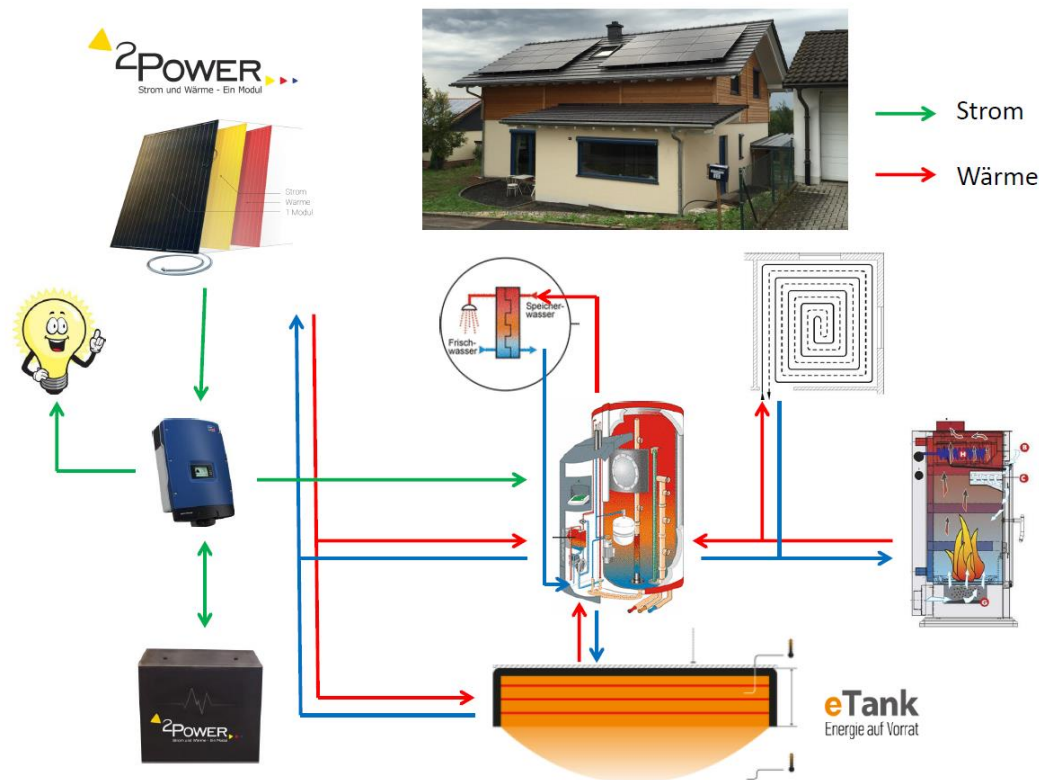
- Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung
 - Anzahl Module muss auf Heizenergiebedarf abgestimmt werden
 - Speicher muss zur Anzahl der Module passen
 - Bis zu 30% Heizungsunterstützung möglich (es geht auch mehr, aber...)
 - Ergänzung durch z.B. Pelletofen mit Wassertasche
 - Anlage muss genau geplant werden

• Prinzip



Einhaltung 65% Erneuerbare mit Pellets/WP möglich

Konzepte mit saisonalem Speicher



• Erdreich

- Erdreich ist saisonaler Speicher
- Geht nur im Neubau
- Erdreich unter dem Haus wird als Speicher genutzt
- Speicher wird (im Sommer und Winter) mit „einfachen“ Sonnenkollektoren aufgeheizt (25°C)
- Eine Wärmepumpe entzieht dem Speicher bei Bedarf die Energie
- Muss genau dimensioniert werden, Erdreich darf nie einfrieren

Einhaltung 65% Erneuerbare möglich

Konzepte mit Eisspeicher

- Eisspeicher
 - Zisterne mit z.B. 10m³ ist Speicher
 - Speicher wird mit „einfachen“ Sonnenkollektoren aufgeheizt; Niedertemperatursystem
 - Eine Wärmepumpe entzieht dem Speicher die Energie
 - Wasser kann auch einfrieren, da im Phasen-Übergang sehr viel Energie steckt
 - Anlage muss genau geplant werden

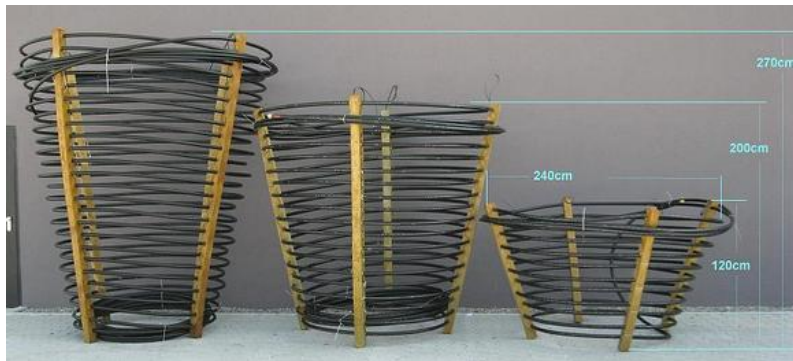


<https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/arten/eisspeicher>

Konzepte mit Eisspeicher



Solar-Luft-Absorber Quelle: <http://solar-eis-speicher.de/>



Betatherm-Erdwärmekorb

- Kleiner Eisspeicher
 - Offener Speicher mit etwa 1.000l
 - Speicher wird mit „einfachen“ Sonnenkollektoren aufgeheizt
 - Eine Wärmepumpe entzieht dem Speicher oder dem Absorber direkt die Energie
 - Bei dem System muss der Kollektor so groß dimensioniert werden, dass auch im Winter sicher nachgeladen wird
 - Kollektor wird auch direkt zur Energiegewinnung genutzt
 - Muss genau dimensioniert werden
 - Ergänzung mit z.B. Pelletkaminofen sinnvoll

Einhaltung 65% Erneuerbare möglich

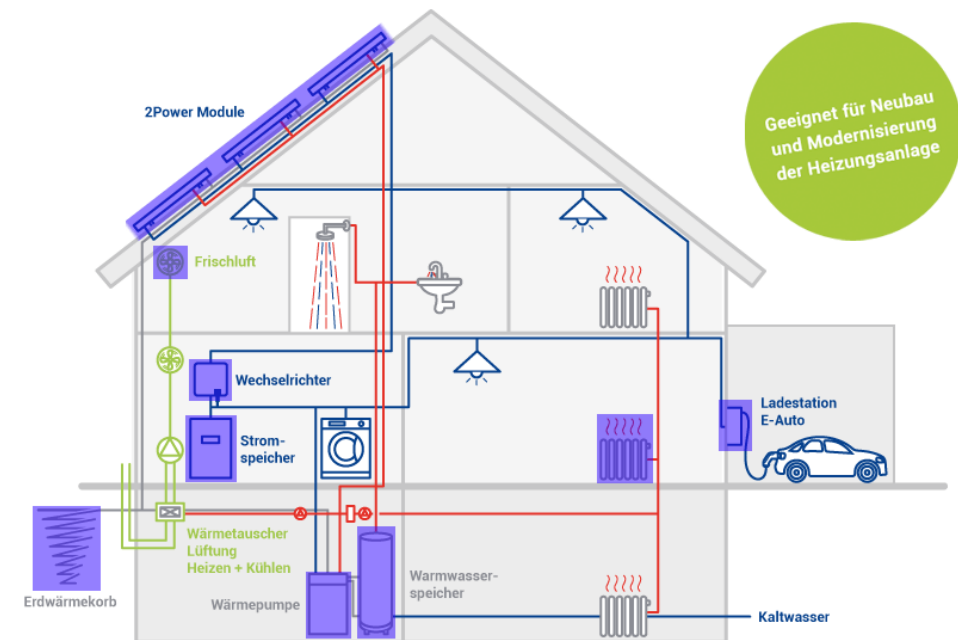
Konzepte mit Hybridmodulen



Produkt Vorteile Referenzen Partner FAQ Unternehmen Notdienst: 06027407

Auf den lila Flächen finden Sie weitere Informationen.

- Module erzeugen Wärme und Strom
- Wärmeverbrauch wird zur Kühlung der Module genutzt => verbessert Stromerzeugung
- Eine Wärmepumpe entzieht dem Kollektorsystem direkt die Wärme und schaltet auf Erdkollektor um, wenn solares Angebot nicht ausreicht
- Anlage muss auch genau geplant werden



Das effizienteste aller Wärmepumpen-Systeme

Einhaltung 65% Erneuerbare möglich

Photovoltaik vs. Solarthermie

Vorteile Solarthermie

- Flächeneffizienz ?
 - PV-Anlage ca. 200kWh/m²/a
 - Solarthermie ca. 300 bis 500kWh/m²/a
 - PV mit WP ca. 600 bis 800kWh/m²/a
- Förderung durch Bafa
- Bewährte Technik
- Heizungsunterstützung in der Übergangszeit möglich

Nachteile Solarthermie

- Leitungssystem aufwendiger als bei PV
- Pumpengruppe...
- Entlüftung Leitungssystem, Wartung
- Solarfluid muss immer mal wieder erneuert werden
- Überschuss im Sommer kann nicht genutzt werden

Heizung und Warmwasser

- **Pelletkessel**
- Statt eines Öl- oder Gaskessels kann auch ein Pelletkessel installiert werden. Er wird hydraulisch genauso eingebunden.
- Systemkomponenten
 - Kessel
 - Pelletslager
 - Speicher
 - Pumpen mit Sicherheitseinrichtungen
 - Regelung
 - Schornstein
- Pellets sind ein nachwachsender Rohstoff
- Holz ist aber auch nicht unbegrenzt verfügbar
- **Pelletkessel sind für hohe Temperaturen geeignet, also z.B. für Heizkörperheizungen, die hohe Vorlauftemperatur benötigen**
- Feinstaub kann durch Feinstaubfilter minimiert werden
- Es gibt auch eine Brennwerteinheit
- Es gibt die auch mit Mini-BHKW

Pelletkessel

- Ein ergänzendes System für den Sommer ist sinnvoll, damit der Kessel nicht wegen kleiner Wärmemengen angefahren werden muss. Das können Solarthermie, ein elektrischer Heizstab oder eine Brauchwasserwärmepumpe (Solarstrom) sein
- Speicher sollte nicht zu klein gewählt werden, damit der Kessel nicht taktet ($>30\text{l/kW}$)
- In der Regel muss der Schornstein saniert werden
- Man hat wie bei Öl einen Energievorrat im Haus
- Ein Pelletkessel und das Pelletlager brauchen etwas „Pflege“
- Jährliche Wartung erforderlich
- Für Frischwasserstation geeignet, d.h. kein Trinkwasserspeicher erforderlich (hygienisch)

Grundregelung Lambda-Touch-Tronic mit Kessel-, Rücklauf- und Außenfühler; Steuerung der Pumpe und Rücklaufmischer mit Hygiene-Schichtpuffer; HYDRAULIKMODUL 1: mit Heizkreis-Füllmischerheizkreis und mit Boiler-Fühler ein interner Boilerheizkreis; digitale FR35 möglich; integrierte Solarpufferlogik: für die Be- und Entladung bzw. Pufferzwangsladung des Hargassner-Hygiene-Schichtpuffers; Variante mit Hargassner Frischwasserstation FWS für hygienische Warmwasserbereitung; Achtung: Fühler extra bestellen!



Außenfühler:
- Nordseite platzieren!
- keine direkte Sonneneinstrahlung!
- Nicht bei Fenster oder Türen!

LCD Fern-
bedienung FR35

CAN-BUS LYCY 2x2x0,5

Fühlerkabel 2pol.

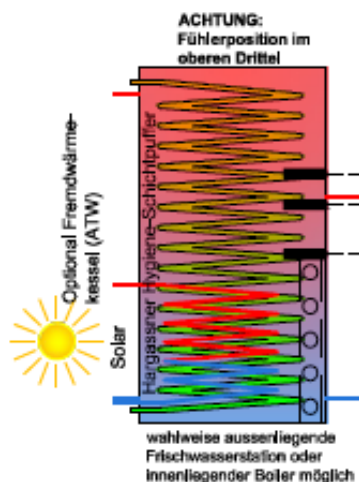
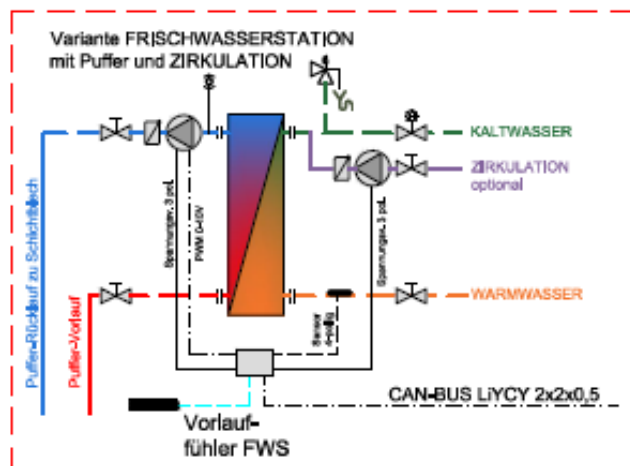


max. 25 kW Fuss-
bodenheizung
(bei 3,2 m³/h
und 4 mWs)

Touch
Kessel-
steuerung



Im Hydra-
Heizkreis
Schwerk-
Puffer/Bo-
Mischer u.
inkl. Kugel-
sicherheitsventil
Entlüftung

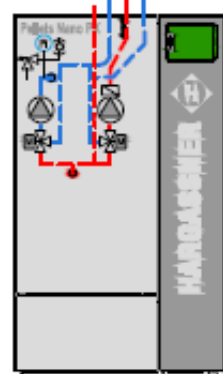


ACHTUNG:
Fühlerposition im
oberen Drittel

Boiler-
fühler 1
Puffer-
fühler oben
Puffer-
fühler unten

Ausgleichsbehälter

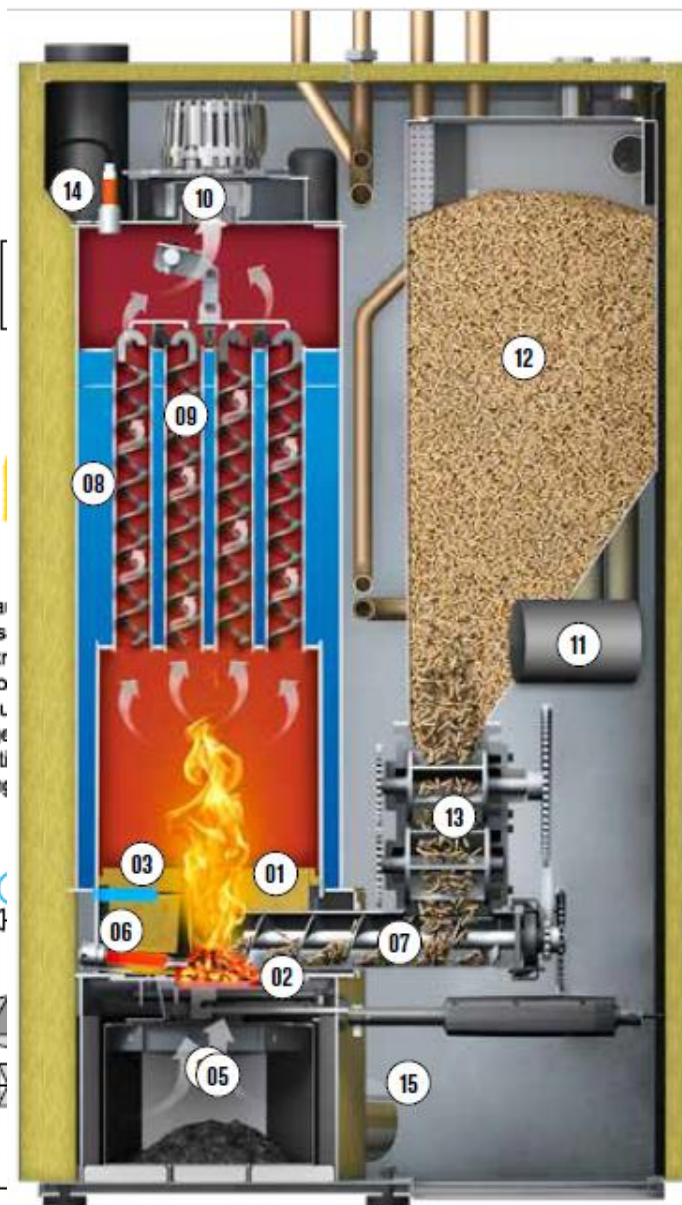
Kaminzugregler
mit Explosions-
klappe 0,1 mbar



Niedertemperatur-Wärmetauscher bis 38°C

wahlweise für
Nano-PK 6-32

PLUS
+ Kondensation
+ Brennwert



Heizung und Warmwasser

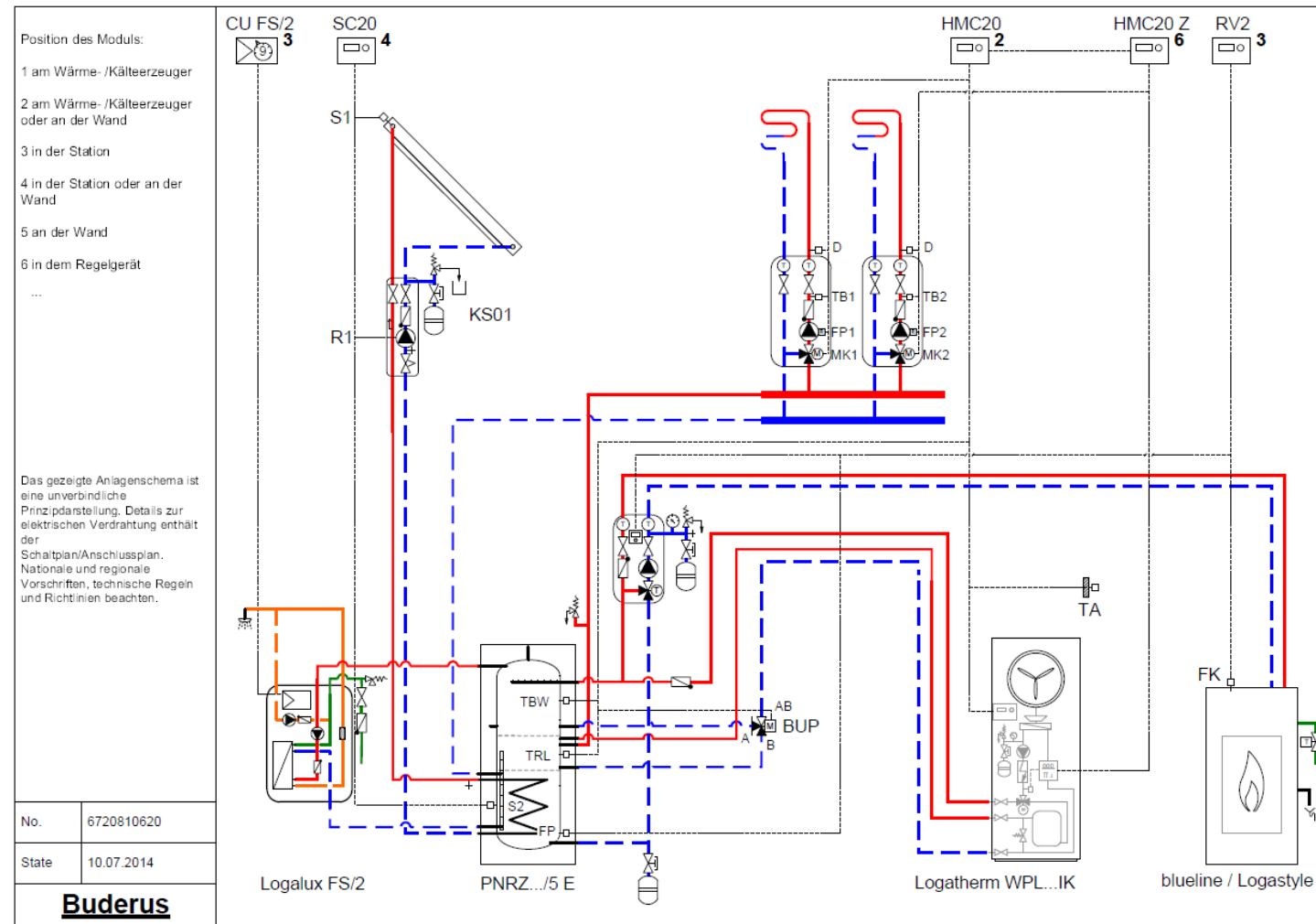
- **Pelletofen**
- Man kann bei niedrigem Heizwärmebedarf auch mit einem Kaminofen oder Pelletofen heizen
 - Mit dem Ofen im Wohnzimmer kann im Sommer keine Wärme für WW erzeugt werden
 - Ergänzung durch anderes System wichtig
 - Thermische Solaranlage
 - Elektrischer Heizstab
 - Brauchwasserwärmepumpe
 - Wärmepumpe
- Es gibt welche mit „Wassertasche“. Die geben dann etwa 30% der Energie in den Raum und 70% in das Heizsystem ab
- Ein ausreichend dimensionierter Speicher ist zwingend
- Ein Ofen hat etwa 6 bis 14kW
- Man hat einen Energievorrat (Holz oder Pellets in Säcken)
- Das Befüllen und Reinigen des Ofens macht Arbeit
- Mit einer Tonne Pellets kann man etwa 4.000kWh Nutz-Wärme erzeugen.

Pelletofen mit Wassertasche



- Beispiel
- Pelletofen z.B. Heizleistung 17,6kW
- Raumheizvermögen 3,5kW
- Wichtig: Raumluftunabhängig betreiben

<https://www.hark.de/pelletofen/pelletofen-ecomat-10-ww.html>



Heizung und Warmwasser

- **Wärmepumpe**
- Wärmepumpen werden mit Strom angetrieben
- Mit einer kWh Strom können 3 bis 5 kWh Wärme erzeugt werden => JAZ zwischen 3 und 5
- Es gibt verschiedenen Quellen:
 - Luft-Wasser-WP
 - Sole-Wasser-WP
 - Solar-Luft-Absorber
 - Wasser-Wasser WP
 - Luft-Luft-WP

	LUFT- WÄRME- PUMPE	ERDWÄRME (SONDE)	ERDWÄRME (KOLLEKTOR)	GRUND- WASSER- WÄRME	SOLAR- THERMIE & EISSPEICHER
Effizienz Jahresarbeitszahl					
Platzbedarf					
Lautstärke					
Grund- wasserver- hältnisse					
Dachfläche notwendig?					
Genehmigung notwendig?					

Heizung und Warmwasser

- Wärmepumpe



- Niedrige Heizsystemtemperaturen ($< 45^{\circ}\text{C}$) wichtig für Effizienz der WP
- Hohe Quelltemperaturen (Luft, Sole, Wasser) wichtig für Effizienz
- Alle WP haben einen elektrischen Heizstab integriert, der Wärme bereitstellt, wenn das die WP nicht schafft
- WP hinsichtlich Leistung knapp dimensionieren. Bei z.B. -10°C Außentemperatur wird mit Heizstab zugeheizt

Einhaltung 65% Erneuerbare möglich

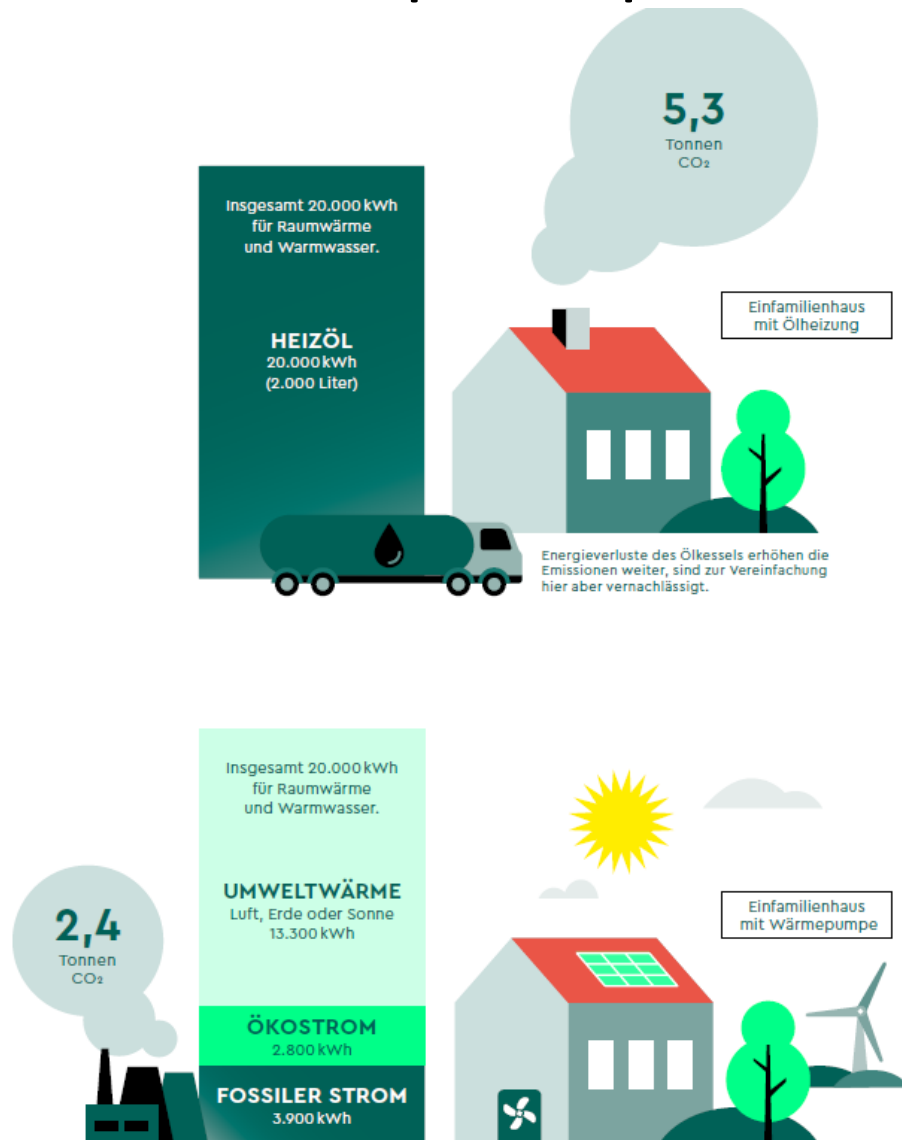
Wärmepumpen

- Systemkomponenten
 - Außeneinheit
 - Inneneinheit
 - Regelung
 - Pufferspeicher ?
 - Warmwasserspeicher
 - Pumpengruppe
 - Sicherheitseinrichtungen
- Thermische Solaranlage wenig sinnvoll
- PV-Anlage ist sinnvoll, senkt Strompreis



Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.)

Wärmepumpen



- Warmwasserspeicher sinnvoll, weil WP Warmwasser oft nicht im Durchlaufprinzip erwärmen kann
- Pufferspeicher ist sinnvoll, damit WP nicht taktet
- WP kann im Sommer auch (begrenzt) kühlen => Warmwasserspeicher und Pufferspeicher müssen getrennt sein (kein Kombispeicher)
- Warmwasserspeicher muss stärker erwärmt werden als Pufferspeicher.

Wirtschaftlichkeit qualitativ

	HEIZSYSTEM	HEIZFLÄCHE	VORLAUFTEMPERATUR	EFFIZIENZ
1		klein	hoch	gering
2		mittel	mittel	mittel
3		groß	niedrig*	hoch

- Je niedriger die Systemtemperaturen desto besser die JAZ
- Heizflächen müssen ausreichend groß sein
- Beim hydraulischen Abgleich wird der Wärmebedarf jedes Raums berechnet. Hiermit kann dann geprüft werden ob und wo ggf. Heizkörper sinnvollerweise vergrößert (ausgetauscht) werden sollten

Wirtschaftlichkeit (1)

Luft-Wasser-WP

- Heizlastberechnung: Vorlauf mit 70°C notwendig
- Keine PV-Anlage
- **JAZ der WP 2,5** => 1kWh Strom erzeugt 2,5 kWh Wärme
- 1kWh Strom kostet 33 Cent => **1kWh Wärme kostet 13,2 Cent!**
Bei Gas wären das etwa 12Cent.

Luft-Wasser-WP

- Heizlastberechnung: Vorlauf mit 50°C notwendig
- Keine PV-Anlage
- **JAZ der WP 3,0** => 1kWh Strom erzeugt 3,0 kWh Wärme
- 1kWh Strom kostet 33 Cent => **1kWh Wärme kostet 11 Cent** => gegenüber Gas wirtschaftlich

Wirtschaftlichkeit (2)

Luft-Wasser-WP

- Heizlastberechnung: Vorlauf mit 50°C notwendig
- **Große PV-Anlage vorhanden**
- **JAZ der WP 3,0** => 1kWh Strom erzeugt 3,0 kWh Wärme
- 1kWh Strom kostet 26 Cent => **1kWh Wärme kostet 8,7 Cent** => wirtschaftlich

Sole-Wasser-WP

- Heizlastberechnung: Vorlauf mit 50°C notwendig
- Große PV-Anlage vorhanden
- JAZ der WP 3,5 => 1kWh Strom erzeugt 3,5 kWh Wärme
- 1kWh Strom kostet 26 Cent => **1kWh Wärme kostet 7,4 Cent** => wirtschaftlich

Wirtschaftlichkeit (3)

Sole-Wasser-WP

- Heizlastberechnung: Vorlauf mit 35°C notwendig
- Große PV-Anlage vorhanden
- JAZ der WP 4,0 => 1kWh Strom erzeugt 4,0 kWh Wärme
- 1kWh Strom kostet 26 Cent => **1kWh Wärme kostet 6,5 Cent** => wirtschaftlich

- **Eine genaue Betrachtung des Einzelfalls ist wichtig**
- **Eine Berechnung der Heizlasten und ein hydraulischer Abgleich sind sehr wichtig für niedrige Systemtemperaturen**
- **PV-Anlage wichtig für Wirtschaftlichkeit**
- WP sollte mit PV-Anlage kommunizieren und Leistung an Stromangebot anpassen
- Temperatur im Pufferspeicher und Wohnräumen wird am Tage über Solltemperatur erhöht, wenn PV-Anlage ausreichend Leistung bringt

Empfehlung für Bestand

- Bei Heizkörper-Heizung mal die Vorlauftemperatur auf 45°C einstellen (lassen)
- Testen, ob alle Räume ausreichend warm werden
- Welcher Raum wird nicht warm?
=> **hydraulischer Abgleich**
=> **Heizkörperfläche vergrößern**
- Wichtig ist dann, Heizkörperventil regeln lassen, nicht auf- und zudrehen
- Wärmepumpen mit Propan (R290) als Kältemittel nutzen
- VL bis 70°C möglich

<https://www.energie-experten.org/news/co2-frei-heizen-propan-waermepumpen-im-experten-check>

GWP = Global Warming Potenzial

Brauchwasserwärmepumpen

- Es gibt kleine Wärmepumpen, die nur das Brauchwasser (Warmwasser) erwärmen
- Das sind Luft-Wasser-Wärmepumpen
- Die sind auf einem Wasserspeicher aufgesetzt
- Sie lassen sich auch mit der PV-Anlage verbinden und erhöhen bei solarem Angebot z.B. das Warmwasser 5K über die Solltemperatur und speichern so den Strom als WW
- Ergibt nur Sinn, wenn z.B. andere Wärmequelle im Sommer nicht genutzt werden kann



Heizung und Warmwasser

- **Klimageräte**
 - Das sind Luft-Luft-Wärmepumpen
 - Die sind auf Kühlleistung hin optimiert, können aber auch Heizen
 - Sinnvolle Ergänzung zur normalen Heizung, wenn Solarstrom genutzt wird
- Anlagen können mit der PV-Anlage kommunizieren und Leistung in Abhängigkeit vom PV-Angebot anpassen

Einhaltung 65% Erneuerbare eher nicht möglich

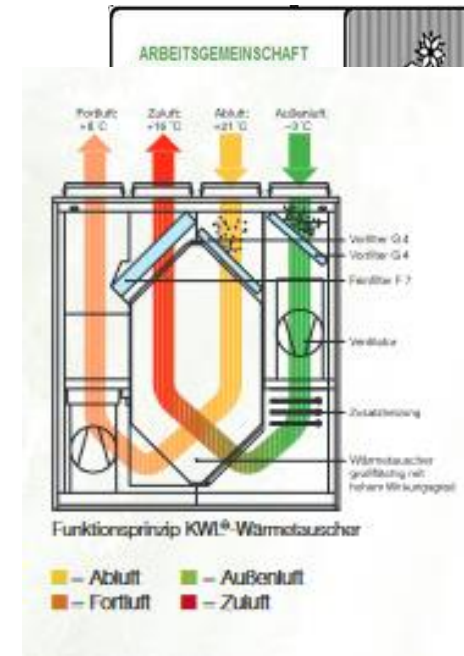
Heizung und Warmwasser

- Lüftungsgeräte

- Kontrollierte Wohnraumlüftung
- Zentralgeräte (eher Neubau)
- Dezentrale Lüfter
- Wärmerückgewinnung etwa 85% bei der Lüftung
- Vorteile für die Luftqualität durch Lüftung in Abhängigkeit der Luftfeuchte oder des CO₂-Gehalts
- Pollenfilter

- Beispiel:

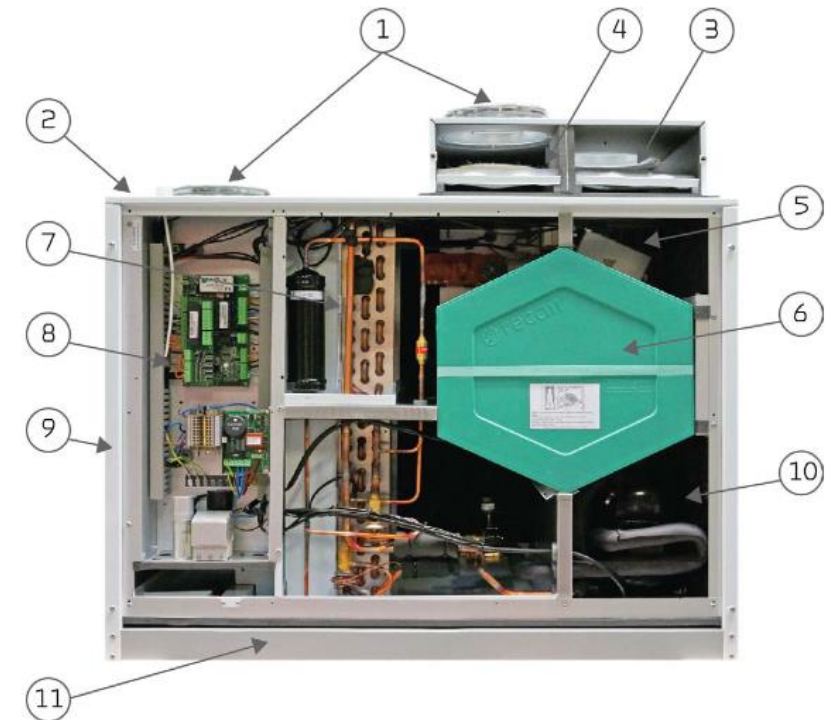
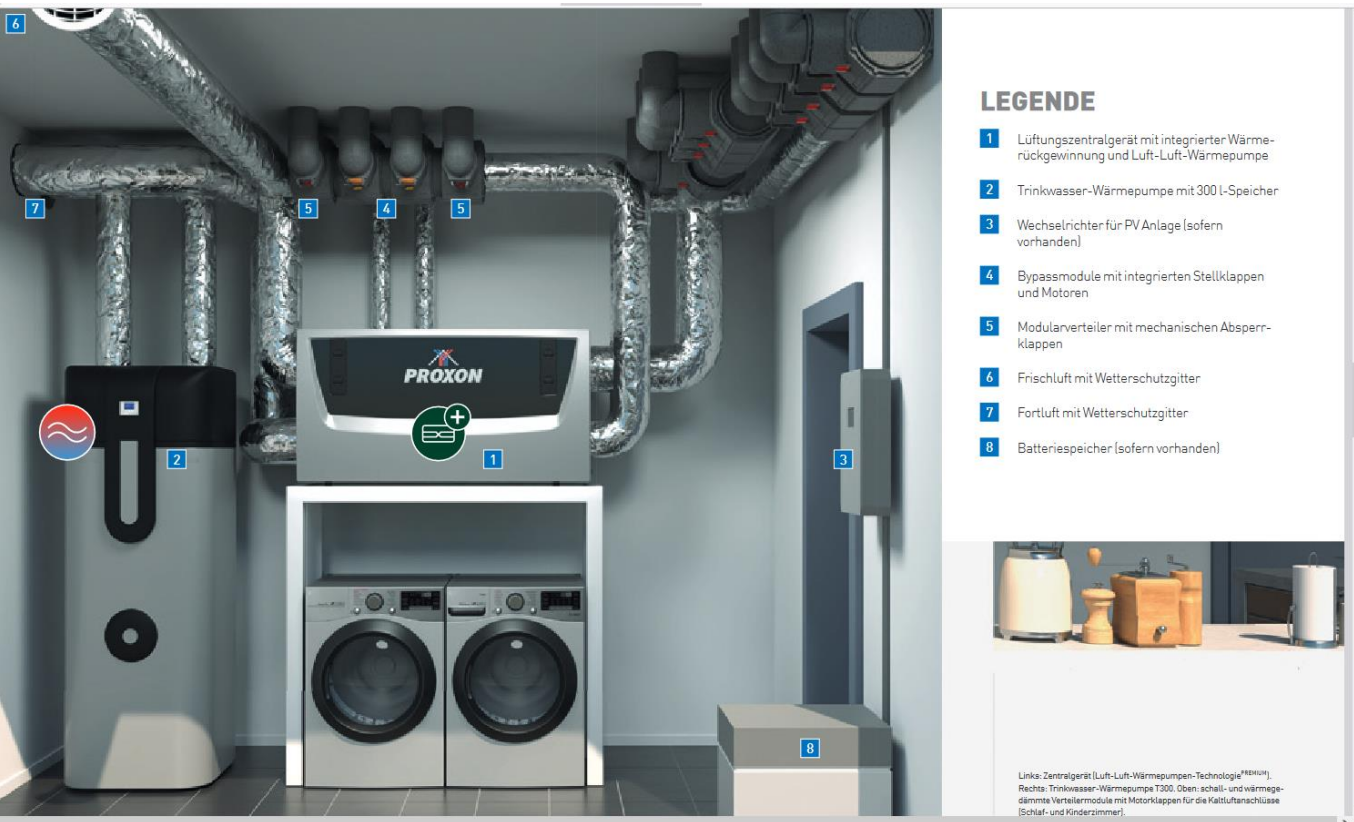
- Hülle KfW55-Haus
- 40% der Wärmeverluste sind Lüftungswärmeverluste
- Die können locker halbiert werden



Heizung und Warmwasser

- Lüftungsgeräte
 - Zentralgeräte mit Luft-Luft-Wärmepumpe
 - Zentralgerät für Heizung und Warmwasser
- Beispiel:
 - Passivhaus
 $15\text{kWh/m}^2/\text{a}$
 - Heizwärmeverbrauch bei 120m^2 ca.
 1.800kWh/a
 - Heizlast 10Watt/m^2
 - Heizung für eine Zimmer mit 16m^2 muss bei -10°C Außentemperatur eine Leistung von 160Watt liefern.

Lüftung mit Wärmepumpe



1. Kanalanschlüsse
2. Stromanschlüsse
3. Abluftfilter
4. Außenluftfilter (Pollenfilter wird hier angebracht)
5. 100 % Bypass-Klappe
6. Gegenstromwärmetauscher
7. Wärmepumpe
8. Automatik
9. Ventilatoren
10. Vorheizregister
11. Kondenswasserablauf

Heizung und Warmwasser

- **Infrarotgeräte**
- Das sind Stromdirektheizungen
- Eine kWh kostet zwischen 20 und 40 Cent, das ist die teuerste Variante beim Verbrauch
- Anlagen können mit der PV-Anlage kommunizieren und Leistung in Abhängigkeit vom PV-Angebot anpassen
- Sind nur in Passivhäusern eine Option
- **Sind in Badezimmern eine Option als Ergänzung zur normalen Heizung.** Wegen dem erhöhten Wärmebedarf im Badezimmer muss oft die Vorlauftemperatur erhöht werden. Das kann mit einer Infrarot-Zusatzheizung vermieden werden

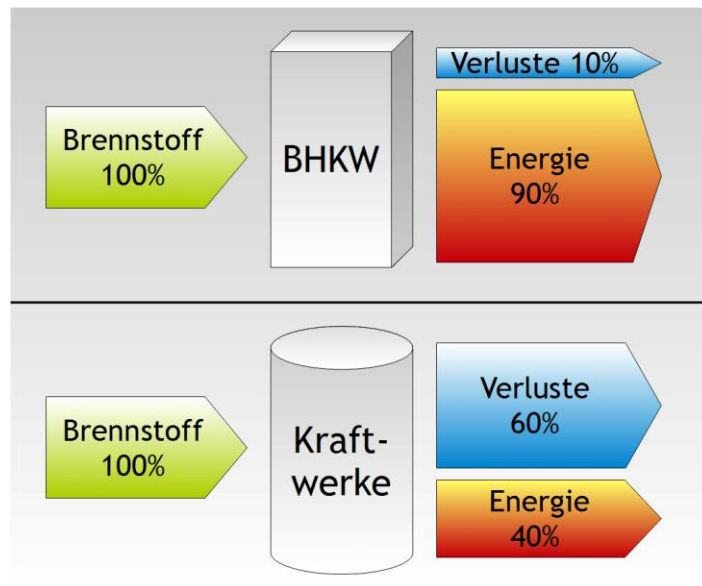
Heizung und Warmwasser

- Fernwärme

- In Hainburg nicht vorhanden
 - Vorteil:
 - Zentral sehr effiziente Wärmeerzeugung
 - Nachteil:
 - Leitungsverluste
 - Abhängigkeit von einem Monopolisten
- Kompromiss sind Nahwärmenetze

Blockheizkraftwerk

- Mit einem BHKW wird Strom erzeugt und gleichzeitig die Abwärme genutzt



Quelle: ihr-bhkw.de

- Verbrennungsmotor treibt Generator an => ab 5kWel
 - Nur bei relativ großem Warmwasserverbrauch sinnvoll
- Stirlingmotor am Heizkessel mit etwa 1kWel
 - Hat sich offenbar nicht bewährt, wird nicht mehr beworben
- Brennstoffzelle mit etwa 1kWel
 - Innovative Technik
 - Sehr teuer
 - Basiert heute auf Erdgas => nicht zukunftsfähig
 - H2 ist besserer Brennstoff, aber privat sicher lange nicht verfügbar

<https://www.homepowersolutions.de/produkt/>

Solar-Wasserstoff-System => 100% autark unter bestimmten Voraussetzungen

Was ist nun die günstigste Lösung?

Gaspreis [€/kWh]	0,120	€/kWh
Strompreis [€/kWh]	0,330	€/kWh
Pelletpreis [€/kWh]	0,067	€/kWh
PV-Strom [€/kWh]	0,120	€/kWh
Heizenergiebedarf [kWh]	20.000	kWh
Warmwasserenergiebedarf (1000kWh/Person)	4.000	kWh
JAZ der WP	3,0	
Förderung Wärmepumpe	40	%
Förderung Heizungsoptimierung	20	%
Förderung Biomasse max.	20	%

Anschaffungskosten

	Gas- Brennwert	Luft- Wärmepumpe	Pellets	Gas-Brennwert mit PV-Heizstab	Gas-Brennwert mit TW-WP	Gas-Brennwert mit th. Solaranlage	Luft- Wärmepumpe mit PV-Anlage
Demontage alte Anlage /Entsorgung	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Kessel mit Montage	6.000	20.040	20.000	6.000	6.000	6.000	20.040
Schornsteinsanierung	500	0	500	500	500	500	0
Pufferspeicher/ WW-Speicher	0	2.000	3.000	0	0	0	2.000
Heizstab mit PV-Regelung mit Montage				1.000			
Trinkwasserwärmepumpe mit Montage					3.000		
thermische Solaranlage 2 Module ca. 4m ²						4.000	
Frischwasserstation	0	0	0	0	0	0	0
Heizkreisstation, Zirkulation, Montagematerial	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Hydraulischer Abgleich mit Berechnung	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Pelletlager			4.000				
Gasanschluss	0			0	0	0	
Elektroinstallation	500	1.000	500	500	500	500	1.000
Schornsteinfeger Abnahme	150		150	150	150	150	
Summe Netto	12.650	28.540	33.650	13.650	15.650	16.650	28.540
USt	2.404	5.423	6.394	2.594	2.974	3.164	5.423
Summe Brutto	15.054	33.963	40.044	16.244	18.624	19.814	33.963
Förderung ca.		13.585	8.009			3.963	13.585
Anschaffungskosten	15.054	20.378	32.035	16.244	18.624	15.851	20.378

Betriebs- und verbrauchsgebundene Kosten

	Gas- Brennwert	Luft- Wärmepumpe	Pellets	Gas-Brennwert mit PV-Heizstab	Gas- Brennwert mit TW-WP	Gas-Brennwert mit th. Solaranlage	Luft- Wärmepumpe mit PV-Anlage
Wartung in €/a	100	50	300	100	150	150	50
Schornsteinfeger	50		100	50	50	50	
Hilfsenergie (1.000kWh * 30Cent/kWh)	300	300	300	300	300	400	200
Versicherung/Überwachung	0	0	0	0	0	0	0
Laufende Kosten €/a	450	350	700	450	500	600	250
Endenergieverbrauch [kWh/a] Heizung	20.000	6.667	22.000	20.000	20.000	20.000	6.667
Endenergieverbrauch WW	4.000	1.333	4.400	4.000	4.000	4.000	1.333
Gas	24.000			21.333	20.000	21.333	
Strom aus dem Netz		8.000			444		5.333
PV-Strom				2.667	889		2.667
Pellets			26.400				
verbrauchsgebundene Kosten in €/a	2.880	2.640	1.760	2.880	2.653	2.560	2.080

Zusammenfassung

	Gas- Brennwert	Luft- Wärmepumpe	Pellets	Gas-Brennwert mit PV-Heizstab	Gas- Brennwert mit TW-WP	Gas-Brennwert mit th. Solaranlage	Luft- Wärmepumpe mit PV-Anlage
Anschaffungskosten/Invest	15.054	20.378	32.035	16.244	18.624	15.851	20.378
Laufende Betriebskosten pro Jahr	450	350	700	450	500	600	250
verbrauchsgebundene Energiekosten pro Jahr	2.880	2.640	1.760	2.880	2.653	2.560	2.080
Kosten in 20 Jahren statisch							
Invest	15.054	20.378	32.035	16.244	18.624	15.851	20.378
Laufende Betriebskosten pin 20 Jahren	9.000	7.000	14.000	9.000	10.000	12.000	5.000
Energiekosten in 20 Jahren	57.600	52.800	35.200	57.600	53.067	51.200	41.600
Gesamtkosten in 20 Jahren statisch	81.654	80.178	81.235	82.844	81.690	79.051	66.978

Preissteigerungen?

	Statisch		mit 2% Preissteigerung		mit 4% Preissteigerung	
Gas-Brennwert	81.654	5	97.836	7	121.318	7
Luft-Wärmepumpe	80.178	3	94.707	4	115.792	3
Pellets	81.235	4	93.189	2	110.536	2
Gas-Brennwert mit PV-Heizstab	82.844	7	97.471	6	118.696	6
Gas-Brennwert mit TW-WP	81.690	6	96.495	5	117.980	5
Gas-Brennwert mit th. Solaranlage	79.051	2	94.407	3	116.690	4
Luft-Wärmepumpe mit PV-Anlage	66.978	1	76.745	1	90.919	1

Gaspreis steigt tendenziell stärker als Strompreis wegen CO2-Abgabe, Leitungsnetzkosten und Fracking/LNG

=> Eine Luft-Wärmepumpe ohne PV kostet dann 94.707€ in 20 Jahren, Gas-Brennwert 121.318€

Bewertung

- Es gibt viele Möglichkeiten, die Bereitstellung der Heizenergie zu optimieren
- 65% Erneuerbar sind mit zahlreichen Lösungsvarianten möglich
- Eine Betrachtung des Einzelfalls ist notwendig
- Energiebedarf reduzieren
 - Vorlauftemperatur, hydr. Abgleich
 - Kontrollierte Lüftung
 - Energetische Sanierung
- Vorgehensweise
 - Energieberater (www.energie-effizienz-experten.de) kontaktieren, individuellen Sanierungsfahrplan erstellen lassen
 - Prüfen, was zuerst gemacht wird
 - Heizlastberechnung und Berechnung für den hydraulischen Abgleich erstellen lassen
 - Heizsystem auf Energiebedarf des künftigen Energiebedarfs ausrichten
 - Prüfen, für welches Heizsystem die Voraussetzungen gegeben sind; Heizsystem auswählen
 - Angebot erstellen lassen
 - Förderantrag stellen
 - Nach Förderzusage - Realisierung

Anfangen!
Jetzt können wir mit dem Geld
sparen durchstarten!

Die Präsentation und den Rechner finden Sie unter
www.amu-hainburg.de

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit

Backup

- Stromaustauschsaldo Deutschlands in den Jahren 1990 bis 2021 (in Terawattstunden). In: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153533/umfrage/stromimportsaldo-von-deutschland-seit-1990/>; Berlin: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Statistisches Bundesamt, BMWK, AGEBA Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., ZSW, Statistik der Kohlenwirtschaft, 2022.
- <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/#c205> => Heizgradtage
- <https://www.energieland.hessen.de/solar-kataster> => Solarkataster Hessen
- <https://wuestenrot-stiftung.de/publikationen/waermepumpen-in-bestandsgebaeuden/> Wüstenrot Stiftung Ludwigsburg, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden
- <https://energiewende.eu/welche-alternativen-gibt-es-zu-erdgas-oder-oel/>
- www.co2-online.de
- <https://www.deutschlandfunk.de/was-man-zu-den-neuen-regeln-fuer-heizungen-wissen-sollte-100.html>
- <https://www.deutschlandfunk.de/interview-omid-nouripour-ko-bundesvorsitzender-buendnis-90-die-gruenen-100.html>

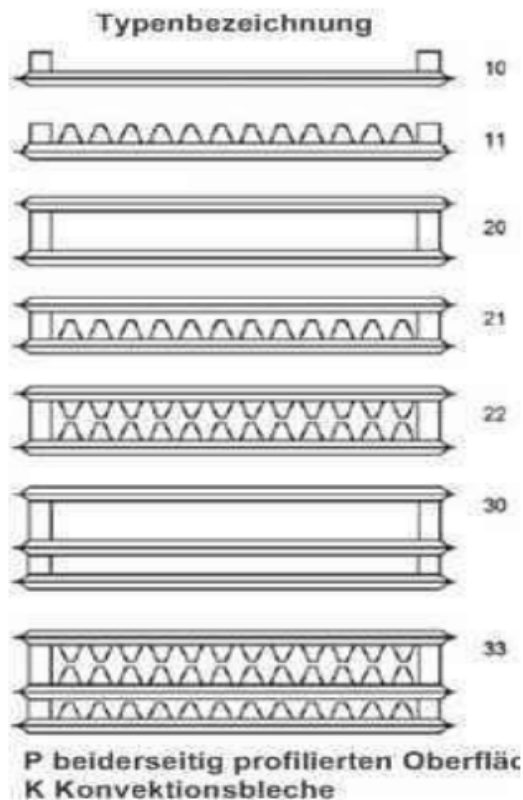
Tipps

- www.co2-online.de
 - Strom
 - Heizen
- <https://utopia.de/>
- <https://www.ecotopten.de/>
- Spargeraete.de
- Blauer-engel.de
- Verbraucherzentrale
- Ökotest
- Stiftung Warentest
- <https://www.ews-schoenau.de/>
- <https://www.fib-bund.de/Inhalt/Leitfaden/NachhaltigesBauen/>
- Stromspar-check.de
- Vergleich-dich-gruen.de
- <https://www.dena.de/startseite/utopia.de>
- Heizspiegel.de
- Sparpumpe.de
- Förderung
 - <https://www.bafa.de>
 - <https://www.kfw.de/>
 - Energie-effizienz-experten.de
- Geld-bewegt.de
- Fairfinanceguide.de
- <https://www.sonnenseite.com/de/tipps/photovoltaik-spart-bis-zu-84-der-betriebskosten-fuer-eine-waermepumpe/>

Buchtipps

- Verbraucherzentrale: Ratgeber Heizung, Johannes Spruth
- Volker Quaschnig: Regenerative Energiesysteme
- Maximilian Gege: Energie sparen
- Johannes Laible: Kleiner wohnen

Welche Wärmeabgabe haben meine Heizkörper?



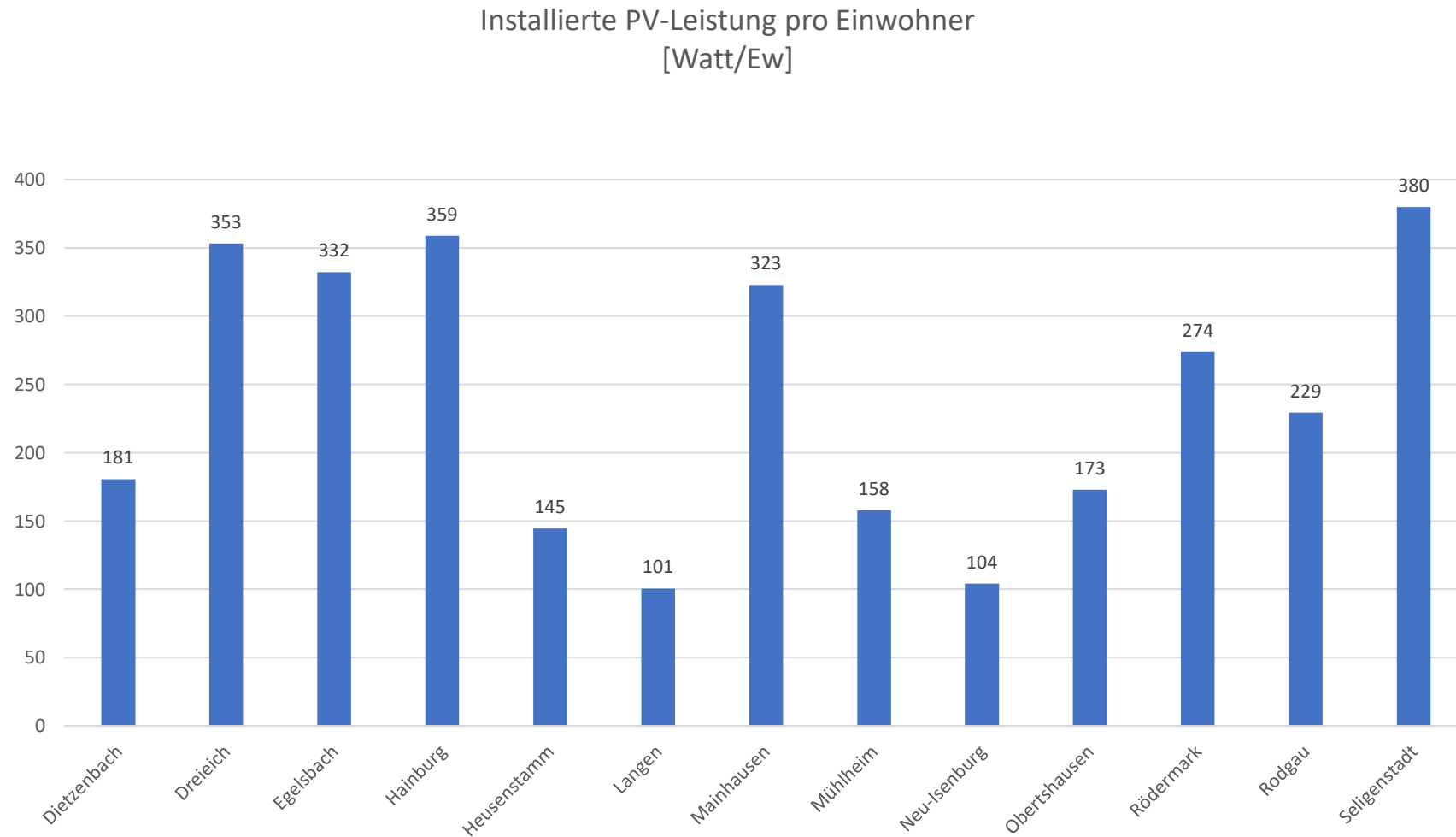
EuroPlan Kompakt/Excellent MidiPlan	11 KP/11 EP 11 MPP	21 KP/21 EP 21 MPP	22 KP/22 EP 22 MPP	33 KP/33 EP 33 MPP
GZ-Reg.-Nummer	0713	0309	0144	0714
NF-047	4953	4955	4956	4958
Bauhöhe 300 (mm) und W/m 70/55/20 °C	362	571	730	1.052
Bauhöhe 300 (mm) und W/m 55/45/20 °C	229	364	457	670
Bauhöhe 400 (mm) und W/m 70/55/20 °C	481	744	946	1.349
Bauhöhe 400 (mm) und W/m 55/45/20 °C	305	475	596	856
Bauhöhe 500 (mm) und W/m 70/55/20 °C	592	917	1.146	1.622
Bauhöhe 500 (mm) und W/m 55/45/20 °C	377	585	723	1.026
Bauhöhe 600 (mm) und W/m 70/55/20 °C	695	1.034	1.328	1.871
Bauhöhe 600 (mm) und W/m 55/45/20 °C	444	660	838	1.181
Bauhöhe 900 (mm) und W/m 70/55/20 °C	942	1.424	1.770	2.477
Bauhöhe 900 (mm) und W/m 55/45/20 °C	595	907	1.098	1.525
EuroProfil Kompakt/Excellent MidiProfil	11 K/11 E 11 MP	21 K/21 E 21 MP	22 K/22 E 22 MP	33 K/33 E 33 MP
GZ-Reg.-Nummer	0710	0308	0711	0712
NF-047	4946	4948	4949	4951
Bauhöhe 300 (mm) und W/m 70/55/20 °C	400	599	766	1.067
Bauhöhe 300 (mm) und W/m 55/45/20 °C	252	380	484	675

EuroProfil Kompakt/Excellent MidiProfil	11 K/11 E 11 MP	21 K/21 E 21 MP	22 K/22 E 22 MP	33 K/33 E 33 MP
Bauhöhe 400 (mm) und W/m 70/55/20 °C	529	769	981	1.363
Bauhöhe 400 (mm) und W/m 55/45/20 °C	334	489	619	862
Bauhöhe 500 (mm) und W/m 70/55/20 °C	653	936	1.185	1.641
Bauhöhe 500 (mm) und W/m 55/45/20 °C	412	596	747	1.038
Bauhöhe 600 (mm) und W/m 70/55/20 °C	770	1.085	1.381	1.902
Bauhöhe 600 (mm) und W/m 55/45/20 °C	487	692	870	1.202
Bauhöhe 900 (mm) und W/m 70/55/20 °C	1.082	1.527	1.924	2.601
Bauhöhe 900 (mm) und W/m 55/45/20 °C	682	974	1.205	1.643
RetroProfil	21 R	22 R	33 R	
GZ-Reg.-Nummer	1021	1022	1033	
NF-047	4959	4960	4961	
Bauhöhe 552 (mm) und W/m 75/65/20 °C	1.243	1.590	2.231	
Bauhöhe 552 (mm) und W/m 70/55/20 °C	1.000	1.285	1.801	
Bauhöhe 552 (mm) und W/m 55/45/20 °C	627	815	1.139	
Bauhöhe 952 (mm) und W/m 75/65/20 °C	1.907	2.418	3.415	
Bauhöhe 952 (mm) und W/m 70/55/20 °C	1.537	1.950	2.752	
Bauhöhe 952 (mm) und W/m 55/45/20 °C	967	1.229	1.733	

Wärmeleistung vs. Heizlastberechnung

Raum	Anzahl	Typ	Baulänge	Bauhöhe	W/m	Abgabe W	Heizlastberechnung
Küche	1	33	1000	600	870	522	801
Wohnraum	2	22	600	900	1205	1301	690
Arbeit	1	22	800	900	1205	868	832
Kind 1	1	21	700	900	974	614	820
Kind 2	1	22	800	900	1205	868	910
Schlafzimmer	1	22	1000	600	870	522	820
Bad	1		1800	600		523	364
Flur K	1	11	800	600	487	234	345
Flur 2/3/4							786
						5452	
Alle Heizkörper: Brötje Niedertemperatur-Flachheizkörper EuroProfil Excellent							
Wärmeabgabe bei 55/45/20 °C							

Ist-Photovoltaik



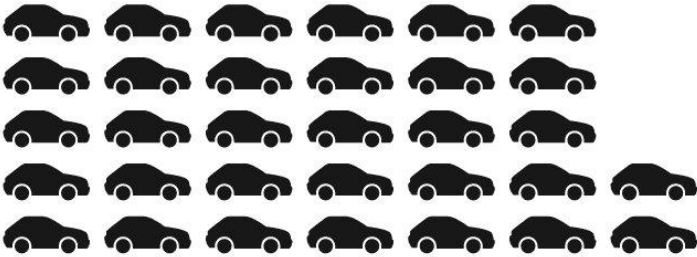
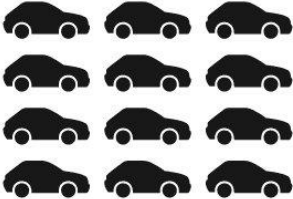
Tankkosten-Vergleich 2022

E-Autos bis zu 41 Prozent günstiger als Verbrenner

	 Elektroauto	 Dieselfahrzeug	 Benzin-Pkw
Verbrauch pro 100 km	20 kWh pro 100 km	7 Liter pro 100 km	7,8 Liter pro 100 km
Kraftstoffpreis	43,02 Cent pro kWh	1,946 € pro Liter	1,86 € pro Liter
Kosten je 100 km	8,60 €	13,62 €	14,51 €
Jahreskosten für 15.000 km	 1.291 €	 2.043 €	 2.176 €

Quelle: verivox.de

verivox

Energiequelle	Energieträger	Antrieb	Lokal emissionsfrei	Eine 3-MW-Windkraftanlage versorgt...
Strom  z.B. Windkraftanlage 3 Megawatt Leistung, 2000 Stunden Volllast pro Jahr	Strom	 BEV		 1600 Fahrzeuge
	Wasserstoff	 FCEV		 600 Fahrzeuge
	eFuel	 ICE		 250 Fahrzeuge